

[

SHEBEI DAIDIAN JIANCE
DIANXING ANLI 100 LI

电网设备带电检测 典型案例100例

国网安徽省电力有限公司 组编

中国科学技术大学出版社

电网设备带电检测 典型案例100例

国网安徽省电力有限公司 组编

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

带电检测作为电网设备状态检测的重要手段之一,在保证变电设备安全、可靠运行方面发挥着重要作用。为进一步强化带电检测工作质量,推动带电检测工作规范、有序开展,提升设备安全、可靠运行水平,结合实践工作中的经验和成果,国网安徽省电力有限公司运维检修部组织人员编写了本书,以案例的形式详细阐述了电网设备状态检测中的相关内容,涵盖了变压器、互感器、避雷器、组合电器,开关柜、断路器、隔离开关、母线及绝缘子、架空线路及其他设备的带电检测。

本书可供电力企业带电检测技术人员使用,也可供相关管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电网设备带电检测典型案例 100 例/国网安徽省电力有限公司组编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2018. 2

ISBN 978-7-312-04397-0

I. 电… II. 国… III. 电网—电气设备—带电测量—案例—汇编 IV. TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 032229 号

出版 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路 96 号,230026

<http://press.ustc.edu.cn>

<https://zgkxjsdxcs.tmall.com>

印刷 安徽国文彩印有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 787 mm×1092 mm 1/16

印张 18.25

字数 467 千

版次 2017 年 12 月第 1 版

印次 2017 年 12 月第 1 次印刷

定价 97.00 元

《电网设备带电检测典型案例 100 例》

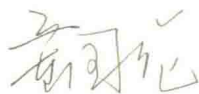
编委会

主任委员	邱欣杰	谢 辉			
副主任委员	石永建	杨春波	张 健	王刘芳	
主 编	田 宇				
副 主 编	陈庆涛	丁国成	柯艳国	罗 沙	
参 编	杨海涛	吴兴旺	李坚林	李宾宾	郝韩兵
	董翔宇	杜 鹏	孙庆生	李友平	赵 敏
	蒲道杰	李 腾	谢 佳	曹 涛	朱 宁
	金甲杰	刘虎城	张 雷	杨光辉	郭 玮
	牛立群	杨 威	胡良焕	费传鹤	胡细兵
	曹元远	陈 健	汪隆臻	王宜福	周明恩
	孙丙元	刘 静	尹睿涵	张晨晨	宋东波
	潘 超	魏存金	孙留学	江 涛	李 奇
	廖叔洋	杨 辉			

序 言

当前电网快速发展,电网规模急剧扩大,全面推行带电检测技术是保证电网设备安全、可靠运行最有效、最经济的技术手段,也是保障国网安徽省电力有限公司按期全面建成“一强三优”现代公司,进而建成具有卓越竞争力的国内一流能源互联网企业的重要举措。2008年以来,根据国家电网公司状态检修整体工作部署,国网安徽省电力有限公司持续推进,不断创新,全力推进电网设备状态检修落地生根,在此过程中,带电检测作为状态检修的重要技术支撑发挥着不可替代的保障作用,自全面开展带电检测深化应用以来,电网设备运行管理明显加强,检修针对性、有效性大幅提高,有力保证了电网安全运行,促进了运检精益化管理水平的显著提升。

《电网设备带电检测典型案例 100 例》主要是对电网系统 2008 年以来带电检测工作的系统梳理和提炼总结,将为下一步持续推进带电检测深化应用,筑牢设备本质安全防线提供依据和参考。



2017 年 12 月

前 言

带电检测作为电网设备状态检测的重要手段之一,在保证变电设备安全、可靠运行方面发挥着重要作用。为进一步强化带电检测工作质量,推动带电检测工作规范、有序开展,不断提升公司系统电网设备安全、可靠运行水平,结合带电检测工作开展以来的成果和经验,国网安徽省电力有限公司运维检修部组织国网安徽省电力有限公司电力科学研究院编写完成了《电网设备带电检测典型案例 100 例》。

全书共 9 章,介绍了 100 个典型案例,涵盖了油浸式变压器(电抗器)、互感器、避雷器、组合电器、封闭式开关柜、断路器、隔离开关、母线及绝缘子、架空线路及其他设备的带电检测。书中详细阐述了各案例的具体情况、检测分析方法以及经验体会,是各单位现场带电检测实践的宝贵经验。

本书由国网安徽省电力有限公司运维检修部组织编写,其内容由安徽省电力有限公司电力科学研究院提出并进行解释。本书可供电力企业带电检测技术人员使用,也可供其他相关管理人员学习参考。由于时间仓促,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

序言	(i)
前言	(iii)
第 1 章 油浸式变压器(电抗器)带电检测	(1)
1.1 铁心、夹件接地电流检测技术发现 110 kV 新桥变 #1 主变铁心多点接地缺陷	(2)
1.2 铁心、夹件接地电流检测技术发现 110 kV 平圩变 #2 主变夹件多点接地缺陷	(5)
1.3 铁心、夹件接地电流检测技术发现 500 kV 濉溪变 #1 主变铁心、夹件接地方式不当	(7)
1.4 油中溶解气体分析检测技术发现特高压淮南站淮芜 I 线高抗上部磁分路紧固螺栓屏蔽帽脱落缺陷	(10)
1.5 油中溶解气体分析、超声局放定位检测技术发现 500 kV 肥西变 #3 主变异常放电缺陷	(14)
1.6 油中溶解气体分析检测技术发现 110 kV 金山变 #1 主变有载分接开关选择开关螺丝脱落缺陷	(17)
1.7 油中溶解气体分析检测技术发现 110 kV 青阳变 #2 主变有载分接开关绝缘筒密封不良缺陷	(21)
1.8 油中溶解气体分析检测技术发现 110 kV 栏杆变 #1 主变有载分接开关绝缘筒密封不良缺陷	(23)
1.9 油中溶解气体分析检测技术发现 110 kV 南湖变 #1 主变低压绕组引线压接不良缺陷	(25)
1.10 油中溶解气体分析检测技术发现 220 kV 程集变 #2 主变中压侧套管安装不良缺陷	(30)
1.11 油中溶解气体分析检测技术发现 110 kV 潜山变 #2 主变有载分接开关安装调试不良缺陷	(35)
1.12 红外热像检测技术发现 500 kV 清流变 #1 主变 C 相散热器连管蝶阀异常关闭缺陷	(38)
1.13 红外热像检测技术发现 220 kV 姬村变 #1 主变 35 kV C 相套管及升高座整体发热缺陷	(40)
1.14 红外热像检测技术发现 110 kV 殷汇变 #1 主变 35 kV 套管尾部导电杆与绕组引线连接螺栓松动缺陷	(43)

1.15	红外热像检测技术发现 220 kV 深秀变 #1 主变油枕缺油缺陷	(46)
1.16	红外热像检测技术发现 220 kV 龙山变 #1 主变中压套管桩头发热缺陷	(49)
1.17	红外热像检测技术发现 220 kV 凤凰变 #2 主变套管桩头发热缺陷	(51)
1.18	红外热像检测技术发现 220 kV 刘尧变 #1 主变高压绕组尾部套管连接铜排 异常发热缺陷	(54)
1.19	红外热像检测技术发现 110 kV 开发区变 #1 主变 110 kV 套管定位螺母装 反缺陷	(55)
1.20	红外热像检测技术发现 110 kV 西北郊变 #2 主变高压套管线夹抱箍断裂 缺陷	(57)
1.21	红外热像检测技术发现 220 kV 螺丝岗变 110 kV #3 主变高压套管末屏接地 不良缺陷	(59)
1.22	红外热像检测发现特高压芜湖站 #1 主变风机端子箱接线端子发热缺陷 ...	(61)
1.23	接地电阻、接地导通检测技术发现 110 kV 宋疃变 #1 主变接地扁铁断裂 缺陷	(62)
1.24	红外热像检测技术发现 500 kV 颍州变 #1 主变 C 相低压侧套管接头发热 缺陷	(64)
1.25	红外热像检测技术发现 110 kV 新西北郊变 #2 主变 B 相高压侧套管接线端 子断裂缺陷	(65)
第 2 章	互感器带电检测	(67)
2.1	红外热像检测技术发现 500 kV 众兴变 #2 主变 500 kV 电压互感器电磁单元 发热缺陷	(68)
2.2	红外热像检测技术发现 220 kV 况楼变 110 kV II 段母线电压互感器电磁单元 异常发热缺陷	(70)
2.3	红外热像检测技术发现 500 kV 繁昌变 #2 主变 500 kV 电压互感器电容单元 异常发热缺陷	(74)
2.4	红外热像检测技术发现 220 kV 天柱变 220 kV II 母电压互感器速饱和电抗器 烧蚀缺陷	(79)
2.5	红外热像、油中溶解气体分析检测技术发现 500 kV 众兴变 220 kV II 母电压 互感器电磁单元一次绕组绝缘不良缺陷	(81)
2.6	红外热像、油中溶解气体分析检测技术发现 220 kV 刘村变 220 kV 万刘 4812 线电压互感器电磁单元绕组匝间短路缺陷	(85)
2.7	红外热像检测技术发现 500 kV 文都变 220 kV 4801 开关电流互感器一次接 线板发热缺陷	(87)
2.8	红外热像检测技术发现 500 kV 肥西变 #0 站用变 35 kV 电压互感器电容击穿 缺陷	(89)
2.9	红外热像检测技术发现 220 kV 东津变 220 kV 2D36 线路电压互感器电磁单元 受潮放电缺陷	(91)
2.10	红外热像检测技术发现 220 kV 洛河变 220 kV 旁路 2710 电流互感器进水	

受潮缺陷	(93)
2.11 红外热像检测技术发现 110 kV 玉山变 110 kV 军中 II 474 线电流互感器末屏 接地座严重发热缺陷	(97)
2.12 红外热像检测技术发现 220 kV 吴川变 110 kV 吴忠 994 线路电流互感器二次 回路接触不良缺陷	(99)
2.13 油中溶解气体分析检测技术发现 220 kV 庐江变 220 kV 2801 电流互感器 内部导电部位连接松动缺陷	(101)
2.14 油中溶解气体分析检测技术发现 220 kV 八公山变 220 kV 2742 电流互感器 局部放电缺陷	(103)
2.15 SF ₆ 气体红外检漏技术发现 500 kV 皋城变 4756、4759 电流互感器漏气 缺陷	(106)
2.16 SF ₆ 气体激光检漏技术发现 220 kV 天柱变 #1 主变 4801 电流互感器漏气 缺陷	(107)
2.17 接地导通检测技术发现 500 kV 禹会变 5052、5053 电流互感器接地不良 缺陷	(109)
第 3 章 避雷器带电检测	(113)
3.1 运行中持续电流检测技术发现特高压淮南站 1000 kV 避雷器结构设计缺陷	(114)
3.2 运行中持续电流检测技术发现 110 kV 临淮变 110 kV I 母避雷器受潮缺陷	(115)
3.3 运行中持续电流、红外热像检测技术发现 220 kV 古圣变 #1 主变 110 kV 侧 避雷器受潮缺陷	(117)
3.4 红外热像检测技术发现 220 kV 陇海变 #2 主变 35 kV 侧避雷器严重受潮 缺陷	(119)
3.5 红外热像、运行中持续电流检测技术发现 500 kV 当涂变 220 kV 当采 4833 线路避雷器严重受潮缺陷	(121)
3.6 红外热像检测技术发现 500 kV 繁昌变繁廻 5904 线避雷器局部放电缺陷 ...	(125)
3.7 红外热像、运行中持续电流检测技术发现 220 kV 洛河变 220 kV I 母避雷器 内部受潮缺陷	(128)
第 4 章 组合电器带电检测	(131)
4.1 运行中持续电流、超声波局放检测技术发现 220 kV 紫云变 #1 主变 110 kV 侧 A 相避雷器绝缘老化缺陷	(132)
4.2 超声波局部放电检测技术发现 220 kV 贾郢变 110 kV 母联 100 开关 1002 闸刀 A 相气室内部机械振动缺陷	(135)
4.3 特高频局部放电检测技术发现 220 kV 鸠江变 110 kV 鸠长线 58A2 气室 B 相 主母线与分支母线的绝缘子或主母线绝缘支撑件疑似放电缺陷	(139)
4.4 特高频局部放电检测技术发现 220 kV 贾郢变 110 kV 滨贾二线 189 间隔 II 母 气室异常放电缺陷	(144)

4.5	红外检漏技术发现 1000 kV 特高压芜湖站 500 kV 芜楚线 502217 接地闸刀罐体上存在砂眼缺陷	(153)
4.6	SF ₆ 分解产物检测技术发现 110 kV 历阳变 110 kV 香历 593 线路避雷器 GIS 内部放电缺陷	(157)
4.7	红外检漏技术发现特高压芜湖站 1000 kV T0312 隔离开关气室漏气缺陷 ...	(159)
4.8	红外检漏技术发现 220 kV 秋蒲变 110 kV 秋蓝一线 211 流变及开关气室、秋张二线 21420 接地隔离开关气室漏气缺陷	(161)
4.9	红外热像检测技术发现特高压芜湖站 #1 主变中压侧 GIS 出线套管底部 B 相平衡杆联结处发热缺陷	(163)
第 5 章 开关柜带电检测		(165)
5.1	暂态地电位、超声波局放检测技术发现 220 kV 冯井变 35 kV 庆发 364 开关柜母线室异常放电缺陷	(166)
5.2	超声波局放检测技术发现 220 kV 武昌变 #1 主变低压侧 301 开关柜绝缘件异常放电缺陷	(169)
5.3	暂态地电位、超声波局放检测技术发现 110 kV 荆山变 35 kV I 母压变 3013 开关柜内部绝缘件缺陷	(171)
5.4	暂态地电位、超声波局放检测技术发现 110 kV 夏桥变 35 kV #2 电容器 3724 开关柜 C 相出线电缆接头连接松动缺陷	(173)
5.5	暂态地电位、超声波局部放电检测技术发现 110 kV 孚玉变 10 kV 开关室 04 开关柜母排热缩件表面毛刺缺陷	(175)
5.6	暂态地电位、超声波局放检测技术发现 220 kV 杨柳变 35 kV #2 站用变 508、界沟矿 504、母联 500 间隔局部放电缺陷	(177)
5.7	暂态地电位、超声波局放检测技术发现 220 kV 宝桥变 35 kV #1 站用变 3017 开关柜穿柜套管局部放电缺陷	(180)
5.8	超声波局放检测技术发现 220 kV 顺安变 #1 主变 301 开关柜内绝缘老化缺陷	(187)
5.9	超声波局放检测技术发现 110 kV 双墩变 35 kV 华润 362 开关柜出线穿柜套管局部放电缺陷	(190)
5.10	超声波局放检测技术发现 220 kV 螺丝岗变 35 kV 开关柜异常放电缺陷 ...	(192)
5.11	超声波局放检测技术发现 110 kV 新发变 35 kV 安泰 327 开关柜穿柜套管内等电位屏蔽金属弹片表面严重腐蚀缺陷	(195)
5.12	超声波局放检测技术发现 110 kV 平坦变 35 kV 平西 304 开关柜内部绝缘隔板放电缺陷	(197)
5.13	超声波局放检测技术发现 220 kV 凤凰变 35 kV 广凤 345 开关柜接地闸刀静触头绝缘隔板及支架等异常放电缺陷	(199)
5.14	超声波局放检测技术发现 110 kV 光武变 35 kV 大黄线 3357 开关柜内电缆头局部放电缺陷	(202)
5.15	超声波局放检测技术发现 220 kV 显通变 10 kV 栖凤路西 112 开关柜出线	

仓内电流互感器放电缺陷	(205)
5.16 暂态地电位、超声波局放检测技术发现 110 kV 菱溪变 #2 主变 102 开关柜 局部放电缺陷	(208)
5.17 暂态地电位、超声波局放检测技术发现 110 kV 四铺变 35 kV 502 开关柜 局部放电缺陷	(209)
第 6 章 断路器带电检测	(213)
6.1 红外热像检测技术发现 110 kV 吴忠变 946 断路器引流板连接螺栓异常发热 缺陷	(214)
6.2 红外热像检测技术发现 500 kV 颍州变 5032 断路器连接引线接线板异常发热 缺陷	(215)
6.3 SF ₆ 气体检漏技术发现 110 kV 龙湖变分段 500 断路器 B 相漏气缺陷	(217)
6.4 SF ₆ 气体检漏技术发现 110 kV 城南变 35 kV 关塘线 323 断路器灭弧室瓷套 法兰漏气缺陷	(219)
6.5 SF ₆ 气体检漏技术发现 110 kV 华阳变 #1 主变 501 开关漏气缺陷	(221)
6.6 SF ₆ 气体分解产物检测技术发现 500 kV 肥西变 5033 罐式断路器气体含量超标 缺陷	(223)
6.7 红外检漏技术发现 220 kV 鸠江变 2837 开关 C 相出线对接法兰处 SF ₆ 气体 泄漏缺陷	(226)
6.8 红外热像检测技术发现 110 kV 毛庄变 35 kV 袁庄矿 I 线 3589 开关 B 相一次 引流板紧固螺栓发热缺陷	(229)
第 7 章 隔离开关带电检测	(231)
7.1 红外热像检测技术发现 500 kV 清流变 220 kV 清建线 47702 隔离开关触头 发热缺陷	(232)
7.2 红外热像检测技术发现 500 kV 昭关变 220 kV 隔离开关触头发热缺陷	(233)
7.3 红外热像检测技术发现 110 kV 岩寺变 110 kV #1 主变 9011 隔离开关 C 相 桩头异常发热缺陷	(235)
7.4 红外热像检测技术发现 220 kV 龙山变皖龙 48622 隔离开关 C 相动触头发热 缺陷	(237)
7.5 红外热像检测技术发现 35 kV 汤池变 3021 隔离开关发热缺陷	(239)
7.6 红外热像检测技术发现 220 kV 汉王变 220 kV 47803 隔离开关发热缺陷 ...	(241)
7.7 紫外放电检测技术发现 500 kV 楚城变芜楚线 506167 接地开关异常放电 缺陷	(243)
第 8 章 母线及其他设备带电检测	(247)
8.1 红外热像、紫外成像检测技术发现 500 kV 鹭岛变 220 kV 隔离开关支柱绝缘子 胶装部位密封不良缺陷	(248)
8.2 红外热像、紫外成像检测技术发现 500 kV 汤庄变 I 段母线均压环安装不当 缺陷	(252)
8.3 红外热像、紫外成像检测技术发现 500 kV 敬亭变 500 kV I、II 段母线均压环	

安装不当缺陷	(254)
8.4 紫外成像检测技术发现 220 kV 锦绣变 #1、#2 主变 20 kV 绝缘管母异常放电缺陷	(257)
8.5 红外热像检测技术发现 500 kV 官山变直流融冰兼动补装置 TCR 电抗器支路绝缘管母异常发热缺陷	(260)
8.6 红外热像检测技术发现 220 kV 燕山变 220 kV II 段管母跳线接头发热缺陷	(265)
8.7 红外热像检测技术发现 110 kV 明光变 110 kV 母线 T 接处发热缺陷	(266)
8.8 红外热像检测技术发现 110 kV 示范区变悬式绝缘子发热缺陷	(268)
8.9 红外热像检测技术发现 110 kV 热西 576 线 #2 井内电缆中间接头发热缺陷	(270)
8.10 红外热像检测技术发现 10 kV 电缆铠装层、金属屏蔽接地环发热缺陷	(275)



国家电网
STATE GRID

国网安徽省电力有限公司
STATE GRID ANHUI ELECTRIC POWER COMPANY

第 1 章

油浸式变压器(电抗器)带电检测



1.1 铁心、夹件接地电流检测技术发现 110 kV 新桥变 #1 主变铁心多点接地缺陷

案例经过

110 kV 新桥变 #1 主变于 2010 年 6 月 21 日投运,型号 SSZ₁₀-50MVA/110kV。2011 年 4 月 28 日,带电检测发现铁心、夹件接地电流异常。5 月 16 日,停电试验发现铁心与夹件之间绝缘电阻不合格,而其他数据均无异常。8 月 18 日,油中溶解气体分析发现乙炔、总烃数据突然增长,之后乙炔、总烃有连续增长趋势。安排吊罩检查,发现高压侧 B 相线圈外侧的下夹件和下铁轭之间有一枚平垫片,造成铁心和夹件短路。

检测分析方法

1. 铁心、夹件接地电流检测

2011 年 4 月 28 日,带电检测发现 #1 主变铁心和夹件接地电流均异常,高达 6.82 A,远超标准规定的 0.1 A 要求,初步怀疑铁心和夹件之间存在多点接地现象,随后开展变压器接地导通、红外测温及油中溶解气体分析等试验,均未见异常。4 月 29 日,对 #1 主变铁心、夹件接地电流进行复测,未见明显变化。

5 月 9 日,先后通过两种测试方法查找 #1 主变铁心、夹件接地电流偏大的原因。

第一种方法,将铁心和夹件的通过箱体接地方式改为直接接地,然后进行测量,测试结果分别为 6.82 A 和 6.89 A,与上次测试结果基本相同。

第二种方法,对 #1 主变箱体的两个接地镀锌扁铁进行接地电流测试,数值分别为 0.6 A 和 0.4 A,说明铁心和夹件的接地电流并没有通过箱体接地流入大地。

针对这种情况,立即安排对 #1 主变取油样分析,未发现异常。但考虑到接地电流太大,研究决定进行停电处理。

5 月 16 日,对变压器进行停电试验,绕组直流电阻试验、绝缘电阻试验、直流泄漏、介损试验数据均属正常。在对铁心绝缘电阻测试中发现铁心对夹件绝缘电阻为 0,具体数据如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1

铁心对夹件及地 (MΩ)	夹件对铁心及地 (MΩ)	铁心对夹件 (MΩ)	铁心对地 (MΩ)	夹件对地 (MΩ)
0	0	0	5150	5750

2. 油中溶解气体分析检测

考虑到铁心、夹件接地电流值异常,决定缩短油中溶解气体分析检测周期。2011 年 8 月 18 日,油中溶解气体分析检测发现总烃由原先的 27.2 μL/L 增加至 64.2 μL/L,乙炔由原先

的 0.5 $\mu\text{L/L}$ 增加到 1.2 $\mu\text{L/L}$,随后再次缩短检测周期进行检测。历次检测数据如表 1.1.2 所示。

表 1.1.2 #1 主变油中溶解气体的色谱分析数据

单位: $\mu\text{L/L}$

测试日期	甲烷	乙烯	乙烷	乙炔	总烃	氢气	一氧化碳	二氧化碳	一氧化碳/ 二氧化碳	乙烯/ 乙烷	(甲烷+乙烯) /总烃
2011.4.28	9.4	14.4	2.8	0.5	27.1	12	190	789	/	/	/
2011.5.17	9.5	14.4	2.8	0.5	27.2	14	202	817	/	/	/
2011.8.18	19.8	37.2	6	1.2	64.2	26	254	927	0.27	6.20	0.89
2011.8.19	20.3	38.4	6.1	1.2	66	26	271	1005	0.27	6.30	0.89
2011.8.30	31.6	55.2	8.4	1.5	96.7	30	266	1003	0.27	6.57	0.90
2011.9.13	62.7	115.3	16.3	3.8	198.1	58	316	1170	0.27	7.07	0.90
2011.9.16	61.5	117	16.4	3.8	198.7	52	316	1178	0.27	7.13	0.90
2011.9.20	64.2	111	15.5	3.3	194	53	306	1084	0.28	7.16	0.90
2011.9.23	60	112.8	15.8	3.4	192	52	315	1137	0.28	7.14	0.90
2011.9.27	60.7	111.4	15.4	3.2	190.7	51	325	1138	0.29	7.23	0.90
2011.9.30	90.4	170.4	24.1	4.1	289	68	301	1144	0.26	7.07	0.90
2011.10.3	90.5	163.7	22.8	4	281	69	315	1100	0.29	7.18	0.90
2011.10.7	151.6	267.3	36.2	7	462.1	115	330	1137	0.29	7.38	0.91
2011.10.10	149.4	261.5	33.6	6.8	451.3	108	348	1184	0.29	7.78	0.91
2011.10.11	148.5	260.9	33.3	6.3	449	99	344	1185	0.29	7.83	0.91

根据《变压器油中溶解气体分析和判断导则》(GB/T 7252—2001),总烃、相对产气速率和绝对产气速率均超过注意值,并且有明显的增长趋势,表明变压器内部存在潜伏性故障。特征气体三比值编码为“0 2 2”,符合过热故障的特征,根据油中气体组分比例分析,过热故障应是第二种裸金属过热性故障。考虑到总烃和乙炔含量均已超过注意值,经研究决定对该主变返厂进行吊罩检查。

3. 停电检查与处理情况

2011 年 11 月 10 日,吊罩后对铁心、夹件绝缘电阻进行测量,发现高压侧 A、B 相线圈下方有明显放电声。

进一步检查发现高压 B 相线圈外侧下夹件和下铁轭之间有一枚平垫片,经核实为高压套管升高座紧固螺栓的平垫片,垫片两面及边缘都有明显的放电痕迹。垫片发现位置、垫片取出现场、垫片放电痕迹分别如图 1.1.1、图 1.1.2、图 1.1.3 所示。

4. 缺陷原因分析

综上所述,缺陷原因为高压套管升高座紧固螺栓的平垫片脱落,造成下夹件和下铁轭之间短接,导致铁心、夹件接地电流超标,油中溶解气体分析数据异常。



图 1.1.1 垫片发现位置

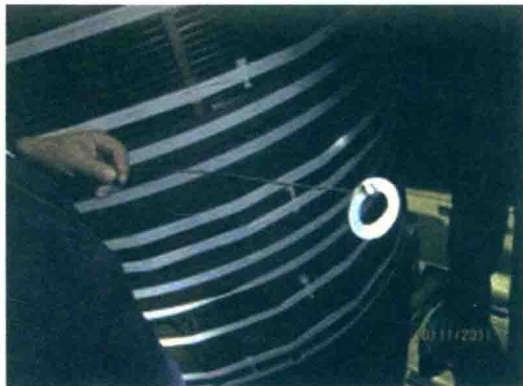


图 1.1.2 垫片取出现场



图 1.1.3 垫片放电痕迹

经验体会

(1) 铁心、夹件接地电流检测可以有效地发现变压器多点接地缺陷。

(2) 在发现铁心、夹件接地电流数据异常时,应及时开展油中溶解气体分析等检测,进行综合分析、判断。

1.2 铁心、夹件接地电流检测技术发现 110 kV 平圩变 #2 主变夹件多点接地缺陷

案例经过

110 kV 平圩变 #2 主变于 2009 年 3 月投运,型号为 SSZ₁₁—50MVA/110kV。2013 年 5 月 20 日,带电检测发现 #2 主变夹件接地电流高达 275 mA,停电试验测得铁心对地、铁心对夹件绝缘电阻均大于 10000 MΩ,而夹件对地绝缘电阻仅为 8 Ω,现场对夹件接地引出线施加 2500 V 的电压进行冲击,复测夹件对地绝缘电阻未见增长。经内检发现有载开关金属托板处存在接地现象,消缺后设备运行恢复正常。

检测分析方法

1. 铁心、夹件接地电流检测

2013 年 5 月 20 日,带电检测发现 #2 主变夹件接地电流达到 275 mA,与历次检测数据对比,出现明显增大,随后使用不同型号电流检测仪器进行复测,测试结果基本相同。

为进一步查明缺陷原因,开展油中溶解气体分析,结果合格且与上次数据对比无明显差异,表明缺陷未对 #2 主变正常运行造成太大影响,暂时不需要进行停运处理。异常情况出现后,连续一个月加强对 #2 主变的跟踪检测,发现铁心接地电流保持在 3 mA 以内,油中各气体含量及其产气速率也未见异常,而夹件接地电流一直维持在 200 mA 以上,且随 #2 主变负荷增加而增长,当负荷达到 18 MW 时,接地电流最大至 4735 mA。检测结果如表 1.2.1 所示。

表 1.2.1 接地电流跟踪检测数据

测试日期	变压器负荷(MW)	铁心接地电流(mA)	夹件接地电流(mA)
2013.6.3	7.81	2.1	297
2013.6.7	3.62	1.9	270
2013.6.11	8.36	2.0	410
2013.6.15	9.13	2.1	595
2013.6.19	11.6	2.2	1626
2013.6.23	18.0	2.4	4735
2013.6.28	5.75	1.9	462

鉴于夹件接地电流有随变压器负荷增加而增长的趋势,为确保 #2 主变运行安全,经研究决定进行停电试验检查。